

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 57-164971

(43)Date of publication of application : 09.10.1982

(51)Int.Cl.

C22C 38/40

C22C 38/40

(21)Application number : 56-049142

(71)Applicant : SUMITOMO METAL IND LTD

(22)Date of filing : 31.03.1981

(72)Inventor : SAWARAKI YOSHIATSU  
YOSHIKAWA KUNIIHIKO  
TERANISHI HIROSHI  
OKADA YASUTAKA

## (54) AUSTENITE STEEL WITH SUPERIOR STRENGTH AT HIGH TEMPERATURE

## (57)Abstract:

PURPOSE: To obtain a heat resistant steel superior to 18-8 stainless steel in both corrosion resistance and strength at high temp. by using N in place of Ni for maintaining austenite phase when the amount of Cr is increased and by combinedly adding Al and Mg.

CONSTITUTION: This steel consists of 0.01W0.20% C,  $\leq 3\%$  Si,  $\leq 10\%$  Mn, 20W 35% Cr, 10W45% Ni, 0.04W0.25% N, 0.01W0.5% Al, 0.001W0.05% Mg and the balance Fe with inevitable impurities. It may further contain 0.01W1.0% in total of one or more among 0.01W0.5% Ti, 0.01W1.0% Nb and 0.01W1.0% V, and/or 0.001W0.03% B and/or 0.005W0.30% Zr. The lower limit or more of N is required to produce an effect of improving the strength at high temp., yet more than the upper limit of N does not enhance the effect and exerts unfavorable influence on the toughness after aging. The lower limit or more of Al is required to produce an effect of increasing the strength, ductility and toughness at high temp., yet when the Al content exceeds the upper limit, the effect is not improved furthermore. Mg improves the ductility and toughness, yet excess Mg deteriorates the workability.

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

⑬ 日本国特許庁 (JP)

⑭ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭57—164971

⑮ Int. Cl.<sup>3</sup>  
C 22 C 38/40

識別記号

CBW

庁内整理番号  
7325—4K

⑯ 公開 昭和57年(1982)10月9日

発明の数 4  
審査請求 未請求

(全 10 頁)

⑰ 高温強度にすぐれたオーステナイト鋼

⑱ 特 願 昭56—49142

⑲ 出 願 昭56(1981)3月31日

⑳ 発 明 者 榎本義淳

尼崎市西長洲本通1丁目3番地  
住友金属工業株式会社中央技術  
研究所内

㉑ 発 明 者 吉川州彦

尼崎市西長洲本通1丁目3番地  
住友金属工業株式会社中央技術  
研究所内

㉒ 発 明 者 寺西洋志

尼崎市西長洲本通1丁目3番地  
住友金属工業株式会社中央技術  
研究所内

㉓ 発 明 者 岡田康孝

尼崎市西長洲本通1丁目3番地  
住友金属工業株式会社中央技術  
研究所内

㉔ 出 願 人 住友金属工業株式会社

大阪市東区北浜5丁目15番地

㉕ 代 理 人 弁理士 生形元重

明 細 書

1. 発明の名称

高温強度にすぐれたオーステナイト鋼

2. 特許請求の範囲

(1) C 0.01~0.20%, S 13%以下、Mn 10%以下、Cr 20~35%, Ni 10~45%, N 0.04~0.25%に、Al 0.01~0.5%および Mg 0.001~0.05%を含有し、残部は Fe および不可避的不純物からなることを特徴とする高温強度にすぐれたオーステナイト鋼。

(2) C 0.01~0.20%, S 13%以下、Mn 10%以下、Cr 20~35%, Ni 10~45%, N 0.04~0.25%に、Al 0.01~0.5%および Mg 0.001~0.05%を含み、Ti 0.01~0.5%, Nb 0.01~1.0%、V 0.01~1.0%の1種または2種以上を合計で0.01~1.0%含有し、残部は Fe および不可避的不純物からなることを特徴とする高温強度にすぐれたオーステナイト鋼。

(3) C 0.01~0.20%, S 13%以下、Mn 10%以下、Cr 20~35%, Ni 10~45%, N 0.04~0.25

%に、Al 0.01~0.5%および Mg 0.001~0.05%を含み、B 0.001~0.03%、Zr 0.005~0.30%の1種または2種を含み、残部は Fe および不可避的不純物からなることを特徴とする高温強度にすぐれたオーステナイト鋼。

(4) C 0.01~0.20%, S 13%以下、Mn 10%以下、Cr 20~35%, Ni 10~45%, N 0.04~0.25%に、Al 0.01~0.5%および Mg 0.001~0.05%を含み、Ti 0.01~0.5%, Nb 0.01~1.0%、V 0.01~1.0%の1種または2種以上を合計で0.01~1.0%と、B 0.001~0.03%、Zr 0.005~0.30%の1種または2種を含み、残部は Fe および不可避的不純物からなることを特徴とする高温強度にすぐれたオーステナイト鋼。

3. 発明の詳細な説明

この発明は、高温強度と耐食性がともに優れたオーステナイトステンレス鋼に関する。

高温環境下で使用されるボイラや化学プラント機器等の設置用材料には、高温強度と耐食性が必要とされ、従来よりこの種の用途には、主

## 特開昭57-164971(2)

として18-8系のオーステナイトステンレス鋼が用いられてきた。ところが、近年かかる用途では、使用条件の苛酷化が著しく、この種の装置用材料に必要とされる性能が高度化し、その結果現用の上記18-8系では高温強度、耐食性ともに不充分となつてきた。

しかるに、耐食性、高温強度の何れの点でも18-8系材料を上回るものということになると、従来既存の鋼種の中に適当なものは見当らなかつた。

本発明の目的は、耐食性、高温強度がともに18-8系オーステナイトステンレス鋼を凌ぐ耐熱鋼の提供を目的とするものである。

一般に、耐食性の改善はCrの増量によつて達成される。ところが、Cr量を増すと、オーステナイト相を維持するためにNi量の増量をも余儀なくされる結果となり、このような高合金化により耐食性の改善は得られるものの高温強度に關しては、18-8系ステンレス鋼と同等か、むしろ低下してしまうことさえ少なくない。

有し、残部はFeおよび不可避免的不純物からなることを特徴とするオーステナイト鋼を要旨とする。この本発明鋼は、現用の18-8系材料、つまりSUS304、321、347、316鋼や高Cr-Ni系のSUS310鋼を上回る高温強度を有し、耐食性はSUS310鋼と同等以上を示すものである。

以下、本発明における成分限定の理由について述べる。

C: 耐熱鋼として必要な引張強さおよびクリープ破断強度を確保するのに有用な成分で、0.01%以上必要であるが、0.20%を超えても固溶化処理状態で未固溶の炭化物が残存することとなるばかりで高温強度に対する効果は向上せず、むしろ時効後の韌性への悪影響が出るので、0.01~0.20%とした。

N: NはCと同様オーステナイト生成元素であるとともに高温強度改善に有効な元素であり、その効果を得るには0.04%以上必要である。しかし0.25%を上回ると多量の窒化物が生成

し時効後の韌性の低下を来たすので、0.04~0.25%とした。

Si: 脱酸剤として、また耐酸化性を高めるのにも、有効な元素であるが、3%を越えると溶接性が劣化し組織も不安定になるので、3%以下とした。

Mn: 脱酸および加工性改善に効果があり、同時にオーステナイト生成にも有用であつてNiの一部をMnで置換えることができる。さらに高温強度改善にも有効であるが、過剰添加では耐熱特性の劣化を来たすので、10%以下が適当である。

Cr: 高温強度、耐酸化性、耐食性の改善に優れた効果を示すが、20%未満では十分な耐食性が得られず、また35%を越えると加工性が不足するとともに安定した完全オーステナイト相を得難くなるので、本発明では20~35%に限定した。

Ni: 安定なオーステナイト組織を得るために必須の元素であり、N量およびCr量との関係で

本発明者らは、耐食性の改善に必要なCrの増量の下に、高温強度を高める方法について、種々実験、研究の結果、Cr増量の場合のオーステナイト相維持にNiの代りにNを使用するとともに、AlとMgを複合添加することにより、オーステナイト鋼の耐食性のみならず高温強度の大幅改善を達成できるとの知見を得た。Nは、Niと同様オーステナイト相生成に有用で、この使用により、従来Cr増量に伴うNi量の増加を可及的に回避することができるのである。高価なNiの使用量の低減は、経済的な有利性をもたらすものである。

本発明は上記知見に基くものであつて、C 0.01~0.20%、Si 3%以下、Mn 10%以下、Cr 20~35%、Ni 10~45%、N 0.04~0.25%、Al 0.01~0.5%、Mg 0.001~0.05%を含み、必要に応じTi 0.01~0.5%、Nb 0.01~10%、V 0.01~10%の1種または2種以上を合計で0.01~10%と、B 0.001~0.03%、Zr 0.005~0.3%の1種または2種的一方または双方を含

決められるが、本発明では10～45%が適当である。

Al:脱酸成分であるが、高温強度、延性、靱性に対しても有効で、その効果を得るために0.01%以上必要であるが、0.5%を上回ると効果が飽和する。したがって0.01～0.5%とした。

Mg:脱酸、それに加工性改善に必要な元素であるが、過剰な添加はかえって加工性を損なう結果となるから、0.001～0.05%とした。

Ti, Nb, V:これらの元素は炭化物を微細に分散析出することにより高温強度の改善に大きく寄与するが、N含有量が多い場合には溶体化処理状態で未固溶のTi, Nb, Vの炭化物の量が増加し、高温強度改善の効果が減殺されるので、N量に応じて添加量を調整する必要がある。また過剰に添加すると、溶接性を損ない、高温強度もかえって低下させることにもなるので、Ti 0.01～0.5%, Nb 0.01～1.0%, V 0.01～1.0%とし、合計量も0.01～1.0

%に限定した。

B, Zr:粒界を強化し高温強度特性を改善するのに有効な元素であるが、それぞれ0.001%未満、0.005%未満では効果が得られず、また過剰量では溶接性を劣化させるので、それぞれ0.001～0.05%, 0.005～0.30%と平均とした。

次に本発明の効果を実施例によつて説明する。

第1表に掲げる成分の鋼(1)～(46)を大気中で25kg溶製し、鍛造、冷間圧延を経た後、溶体化処理を行った。溶体化処理温度は、鋼(1)(2)(5)(SUS304, SUS316, SUS310)は1100℃、鋼(3)(4)(SUS321, SUS347)および鋼(6)～(46)(本発明鋼)のうちTi, Nb, V添加鋼以外は1150℃、Ti, Nb, V添加鋼については1200℃とした。

これらの供試材について、700℃でのクリープ破断試験を実施し、700℃、3000hでのクリープ破断強度を測定した。その結果は第2表の如くであつた。

第1表 成分

	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	N	Al	Mg	Mo	Ti	Nb	V	備考
比較例															
1	0.06	0.55	1.50	0.026	0.006	18.50	9.50	0.0245	0.004	—	—	—	—	—	SUS304
2	0.06	0.56	1.46	0.025	0.006	16.87	13.33	0.0302	0.003	—	2.14	—	—	—	SUS316
3	0.07	0.56	1.56	0.022	0.006	17.70	12.01	0.0267	0.003	—	—	0.43	—	—	SUS321
4	0.06	0.55	1.72	0.021	0.007	17.85	12.00	0.0258	0.004	—	—	—	0.77	—	SUS347
5	0.10	0.54	1.74	0.021	0.008	24.97	19.67	0.0287	0.002	—	—	—	—	—	SUS310
6	0.049	0.43	1.35	0.005	0.007	24.31	16.33	0.1614	0.025	0.005	—	—	—	—	
7	0.032	0.47	1.18	0.004	0.006	24.68	16.21	0.2245	0.018	0.012	—	—	—	—	
8	0.080	0.40	1.20	0.004	0.006	25.05	16.45	0.1268	0.015	0.018	—	—	—	—	
9	0.15	0.43	1.35	0.003	0.007	24.09	19.57	0.0760	0.045	0.008	—	—	—	—	
10	0.054	0.47	1.86	0.009	0.009	23.99	13.65	0.1755	0.012	0.008	—	—	—	—	
11	0.048	0.42	1.19	0.011	0.005	29.80	23.12	0.1654	0.036	0.010	—	—	—	—	
12	0.070	0.50	1.80	0.008	0.005	33.25	25.45	0.1686	0.048	0.013	—	—	—	—	
13	0.050	0.50	1.37	0.009	0.008	24.86	16.00	0.1632	0.16	0.007	—	—	—	—	

第2表 試験結果

	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	N	Al	Mg	Ti	Nb	V	備考
本発明例														
14	0.056	0.44	1.20	0.004	0.005	24.77	16.35	0.1741	0.042	0.013	0.048	—	—	
15	0.047	0.46	1.20	0.006	0.006	24.57	16.23	0.1649	0.036	0.016	0.18	—	—	
16	0.075	0.50	1.35	0.006	0.006	25.12	16.50	0.1620	0.032	0.010	0.45	—	—	
17	0.051	0.43	1.21	0.005	0.005	24.74	16.29	0.1775	0.013	0.007	—	0.10	—	
18	0.051	0.44	1.23	0.005	0.004	24.79	16.58	0.1647	0.016	0.007	—	0.26	—	
19	0.055	0.51	1.28	0.008	0.006	26.56	16.00	0.1570	0.026	0.014	—	0.75	—	
20	0.051	0.46	1.15	0.004	0.006	24.52	16.11	0.1615	0.026	0.010	—	—	0.20	
21	0.049	0.47	1.15	0.004	0.006	24.46	16.18	0.1603	0.040	0.019	—	—	0.47	
22	0.049	0.52	1.30	0.005	0.005	25.24	17.00	0.1638	0.025	0.012	—	—	0.72	
23	0.053	0.56	1.16	0.006	0.005	28.46	19.52	0.1240	0.076	0.004	0.032	0.07	—	
24	0.048	0.46	1.05	0.006	0.005	28.60	19.70	0.1196	0.055	0.006	0.063	0.44	—	
25	0.050	0.50	1.28	0.005	0.004	27.90	19.60	0.1210	0.010	0.006	0.735	0.10	0.12	
26	0.040	0.52	1.18	0.006	0.004	25.05	16.75	0.1180	0.032	0.018	0.20	0.42	0.21	

第 1 表 - I 例

	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	N	Al	Mg	B	Zr
27	0.054	0.40	1.32	0.009	0.006	25.62	16.36	0.1630	0.032	0.005	0.0032	—
28	0.048	0.34	1.28	0.008	0.006	25.82	16.24	0.1656	0.046	0.014	0.0080	—
29	0.049	0.48	1.27	0.008	0.006	25.36	16.76	0.1723	0.040	0.012	—	0.009
30	0.052	0.48	1.34	0.009	0.005	24.38	16.80	0.1695	0.082	0.008	—	0.035
31	0.038	0.53	1.32	0.007	0.007	24.63	16.43	0.1680	0.080	0.008	—	0.071
32	0.042	0.40	1.30	0.008	0.007	24.82	15.63	0.1590	0.092	0.017	—	0.120
33	0.046	0.46	1.18	0.008	0.007	25.05	15.46	0.1626	0.026	0.022	0.0032	0.045
34	0.054	0.46	1.20	0.006	0.004	25.24	15.87	0.1642	0.040	0.013	0.0062	0.071
35	0.076	0.58	1.20	0.007	0.004	29.46	20.65	0.1112	0.018	0.004	0.0050	—
36	0.082	0.50	1.11	0.007	0.006	29.40	19.84	0.1046	0.030	0.006	—	0.062
37	0.075	0.52	1.05	0.007	0.005	29.75	20.40	0.1020	0.022	0.006	0.0025	0.036

本 発 明

例

第 1 表 - V 例

	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	N	Al	Mg	Ti	Nb	V	B	Zr
38	0.063	0.38	1.56	0.008	0.005	25.34	17.35	0.1276	0.046	0.003	0.09	—	—	0.0036	0.035
39	0.059	0.42	1.75	0.007	0.006	24.86	17.62	0.1310	0.026	0.007	0.38	—	—	0.0028	0.042
40	0.068	0.39	1.60	0.007	0.006	24.76	17.46	0.1298	0.038	0.007	—	0.12	—	0.0033	0.040
41	0.062	0.42	1.52	0.009	0.004	25.62	16.86	0.1265	0.062	0.012	—	0.52	—	0.0046	0.025
42	0.062	0.46	1.52	0.007	0.006	25.46	17.34	0.1190	0.026	0.018	—	—	0.35	0.0026	0.032
43	0.056	0.36	1.37	0.008	0.007	25.76	16.53	0.1305	0.035	0.016	0.04	0.14	—	0.0058	0.046
44	0.072	0.45	1.62	0.006	0.004	24.68	17.50	0.1246	0.015	0.005	0.14	0.28	0.05	0.0036	0.015
45	0.062	0.49	1.56	0.009	0.008	24.36	17.36	0.1186	0.028	0.008	0.05	0.18	—	0.0062	—
46	0.068	0.53	1.47	0.007	0.007	25.10	17.12	0.1260	0.054	0.012	0.16	0.34	—	—	0.124

本 発 明

例

第 2 表 - I

	破断強度 ( $Kg/mm^2$ )	備 考
比較例 1	7.3	SUS304
比較例 2	9.2	SUS316
比較例 3	9.0	SUS321
比較例 4	9.0	SUS347
比較例 5	7.0	SUS310
本発明例 6	10.0	
本発明例 7	11.3	
本発明例 8	9.9	
本発明例 9	10.5	
本発明例 10	11.5	
本発明例 11	11.5	
本発明例 12	11.2	
本発明例 13	10.0	

第 2 表 - II

	破断強度 ( $Kg/mm^2$ )
本発明例 27	11.5
本発明例 28	12.0
本発明例 29	11.0
本発明例 30	11.6
本発明例 31	12.2
本発明例 32	12.4
本発明例 33	13.0
本発明例 34	13.4
本発明例 35	10.8
本発明例 36	10.6
本発明例 37	12.2

第 2 表 - II

	破断強度 ( $Kg/mm^2$ )
本発明例 14	10.5
本発明例 15	11.4
本発明例 16	11.6
本発明例 17	10.4
本発明例 18	11.8
本発明例 19	11.4
本発明例 20	9.5
本発明例 21	10.4
本発明例 22	10.6
本発明例 23	11.0
本発明例 24	12.0
本発明例 25	11.6
本発明例 26	10.0

第 2 表 - IV

	破断強度 ( $Kg/mm^2$ )
本発明例 38	12.6
本発明例 39	13.0
本発明例 40	12.8
本発明例 41	13.3
本発明例 42	12.8
本発明例 43	13.0
本発明例 44	13.7
本発明例 45	12.0
本発明例 46	12.5

18-8系の材料、(1)~(4)では、SUS316鋼が破断強度：9.2 $Kg/mm^2$ と最も良好な値を示し、SUS304鋼のそれは7.3 $Kg/mm^2$ で最低であるが、高CrのSUS310鋼は上記最低の値より更に低い7.0 $Kg/mm^2$ の破断強度しかないのが分る。しかるに、本発明鋼(6)~(46)の破断強度は全て、上記SUS316鋼より高い値を示している。なかでも特にTi、Nb、Vの1種または2種以上を含むとともに、B、Zrの1種または2種を含有する本発明鋼(38)~(46)(第2表-V)は、比較例の中で最も高強度のSUS316鋼に比較しても40%前後の改善が認められ、既存の高クロム鋼であるところのSUS310鋼と比べれば、それが90%にも達しているのが明らかである。

以上の通り、本発明鋼は、既存の高Cr鋼はもとより、18-8系材料に較べこれらを遙かに強く高温強度を備えており、しかも高Crであるから耐食性の点でも18-8系材料を大巾に上回るものであり、ボイラや化学プラント機器等、高温機器に適用して耐久性向上に大きな効を奏

するものである。

出 願 人 住友金属工業株式会社  
代理人弁理士 生 形 元 重



特開昭57-164971(5)  
自 発 手 続 補 正 書

昭和57年6月28日

特許庁長官 若 杉 和 夫 殿



1. 事件の表示

昭和56年特許願第49142号

2. 発明の名称

高温強度にすぐれたオーステナイト鋼

3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

住 所 大阪市東区北浜5丁目15番地

名 称 (211)住友金属工業株式会社

代表者 熊 谷 典 文

4. 代 理 人

住所 大阪市東区瓦町5丁目44番地(大華ビル)

氏名 (5937) 弁理士 生 形 元 重



5. 補正命令の日付

昭和 年 月 日

(書類発送日 昭和 年 月 日)



6. 補正の対象

明細書(全文)および図面

7. 補正の内容

- (1) 明細書(全文)を別紙の通り補正します。
- (2) 図面第1,2図を別紙の通り追加補充します。

以 上

明 細 書

1. 発明の名称

高温強度にすぐれたオーステナイト鋼

2. 特許請求の範囲

- (1) C 0.01~0.20%, Si 8%以下、Mn 10%以下、Cr 20~85%、Ni 10~45%、N 0.04~0.25%に、Al 0.01~0.5%およびMg 0.001~0.05%を含有し、残部はFeおよび不可避免の不純物からなることを特徴とする高温強度にすぐれたオーステナイト鋼。
- (2) C 0.01~0.20%、Si 8%以下、Mn 10%以下、Cr 20~85%、Ni 10~45%、N 0.04~0.25%に、Al 0.01~0.5%およびMg 0.001~0.05%を含み、Ti 0.01~0.5%、Nb 0.01~1.0%、V 0.01~1.0%の1種または2種以上を合計で0.01~1.0%含有し、残部はFeおよび不可避免の不純物からなることを特徴とする高温強度にすぐれたオーステナイト鋼。
- (3) C 0.01~0.20%、Si 8%以下、Mn 10%以下、Cr 20~85%、Ni 10~45%、N 0.04

～0.25%に、Al 0.01～0.5%およびMg 0.001～0.05%を含み、B 0.001～0.08%、Zr 0.005～0.80%の1種または2種を含み、残部はFeおよび不可避免的不純物からなることを特徴とする高温強度にすぐれたオーステナイト鋼。

(4) C 0.01～0.20%、Si 8%以下、Mn 1.0%以下、Cr 20～85%、Ni 10～45%、N 0.04～0.25%に、Al 0.01～0.5%およびMg 0.001～0.05%を含み、Ti 0.01～0.5%、Nb 0.01～1.0%、V 0.01～1.0%の1種または2種以上を合計で0.01～1.0%と、B 0.001～0.08%、Zr 0.005～0.8%の1種または2種を含み、残部はFeおよび不可避免的不純物からなることを特徴とする高温強度にすぐれたオーステナイト鋼。

#### 8. 発明の詳細な説明

この発明は、高温強度と耐食性がともに優れたオーステナイトステンレス鋼に関する。

高温環境下で使用されるボイラや化学プラント機器等の装置用材料には、高温強度と耐食性が必要とされ、従来よりこの種の用途には、主として

量の下に、高温強度を高める方法について、種々実験、研究の結果、Cr増量の場合のオーステナイト相維持にNiの代りにNを使用するとともに、AlとMgを複合添加することにより、オーステナイト鋼の耐食性のみならず高温強度の大巾改善を達成できるとの知見を得た。Nは、Niと同様オーステナイト相生成に有用で、この使用により、従来Cr増量に伴うNi量の増加を可及的に回避することができるのである。高価なNiの使用量の低減は、経済的な有利性をももたらすものである。

本発明は上記知見に基くものであつて、C 0.01～0.20%、Si 8%以下、Mn 1.0%以下、Cr 20～85%、Ni 10～45%、N 0.04～0.25%に、Al 0.01～0.5%、Mg 0.001～0.05%を含み、必要に応じてTi 0.01～0.5%、Nb 0.01～1.0%、V 0.01～1.0%の1種または2種以上を合計で0.01～1.0%と、B 0.001～0.08%、Zr 0.005～0.8%の1種または2種の一方または双方を含有し、残部はFeおよび不可避免的不純物からなることを特徴とするオーステナイト鋼を

18-8系のオーステナイトステンレス鋼が用いられてきた。ところが、近年かかる用途では、使用条件の苛酷化が著しく、この種の装置用材料に必要とされる性能が高度化し、その結果現用の上記18-8系では高温強度、耐食性ともに不十分となつてきた。

しかるに、耐食性、高温強度の何れの点でも18-8系材料を上回るものということになると、従来既存の鋼種の中に適当なものは見当らなかつた。

本発明の目的は、耐食性、高温強度がともに18-8系オーステナイトステンレス鋼を凌ぐ耐熱鋼の提供を目的とするものである。

一般に、耐食性の改善はCrの増量によつて達成される。ところが、Cr量を増すと、オーステナイト相を維持するためにNi量の増量をも余儀なくされる結果となり、このような高合金化により耐食性の改善は得られるものの高温強度に関しては、18-8系ステンレス鋼と同等か、むしろ低下してしまうことさえ少なくない。

本発明者らは、耐食性の改善に必要なCrの増

量とする。この本発明鋼は、現用の18-8系材料、つまりSUS304、321、347、316鋼や高Cr-Ni系のSUS310鋼を上回る高温強度を有し、耐食性はSUS310鋼と同等以上を示すものである。

以下、本発明における成分限定の理由について述べる。

C：耐熱鋼として必要な引張強さおよびクリープ破断強度を確保するのに有用な成分で、0.01%以上必要であるが、0.20%を超えても固溶化処理状態で未固溶の炭化物が残存することとなるばかりで高温強度に対する効果は向上せず、むしろ時効後の韌性への悪影響が出るので、0.01～0.20%とした。

N：NはCと同様オーステナイト生成元素であるとともに高温強度改善に有効な元素であり、その効果を得るには0.04%以上必要である。しかし0.25%を上回ると多量の窒化物が生成し時効後の韌性の低下を来たすので、0.04～0.25%とした。

Si : 脱酸剤として、また耐酸化性を高めるのにも、有効な元素であるが、8%を超えると溶接性が劣化し組織も不安定になるので、8%以下とした。

Mn : 脱酸および加工性改善に効果があり、同時にオーステナイト生成にも有用であつてN1の一部をMnで置換えることができる。さらに高温強度改善にも有効であるが、過剰添加では耐熱特性の劣化を来すので、10%以下が適当である。

Cr : 高温強度、耐酸化性、耐食性の改善に優れた効果を示すが、20%未満では十分な耐食性が得られず、また85%を超えると加工性が不足するとともに安定した完全オーステナイト相を得難くなるので、本発明では20~85%に限定した。

N1 : 安定なオーステナイト組織を得るために必須の元素であり、N量およびCr量との関係で決められるが、本発明では10~45%が適当である。

Al : 脱酸成分であるが、高温強度、延性、韌性に対しても有効で、その効果を得るために0.01

%以上必要であるが、0.5%を上廻ると効果が飽和する。したがつて0.01~0.5%とした。

Mg : 脱酸、および加工性改善に必要な元素であるとともに延性、韌性改善にも寄与するが、過剰な添加はかえつて加工性を損なう結果となるから、0.001~0.05%とした。

Ti, Nb, V : これらの元素は炭素化合物を微細に分散析出することにより高温強度の改善に大きく寄与するが、N含有量が多い場合には溶体化処理状態で未固溶のTi, Nb, Vの炭素化合物の量が増加し、高温強度改善の効果が減殺されるので、N量に応じて添加量を調整する必要がある。また過剰に添加すると、溶接性を損ない、高温強度もかえつて低下させることになるので、Ti 0.01~0.5%、Nb 0.01~1.0%、V 0.01~1.0%とし、合計量も0.01~1.0%に限定した。

B, Zr : 粒界を強化し高温強度特性を改善するのに有効な元素であるが、それぞれ0.001%未満、0.005%未満では効果が得られず、また過剰量では溶接性を劣化させるので、それぞれ0.001

~0.08%、0.005~0.80%とした。

次に本発明の効果を実施例によつて説明する。

第1表に掲げる成分の鋼(1)~(48)および(A)~(F)を大気中で25々溶製し、鍛造、冷間圧延を経た後、溶体化処理を行つた。溶体化処理温度は、鋼(1)(2)(5)(SUS304、SUS816、SUS810)は1100℃鋼(3)(4)(SUS821、SUS847)および鋼(6)~(48)(本発明鋼)並びに鋼(A)~(F)(比較鋼)のうちTi, Nb, V添加鋼以外は1150℃、Ti, Nb, V添加鋼については1200℃とした。

これらの供試材について、700℃でのクリープ破断試験を実施し、700℃、800℃でのクリープ破断強度を測定した。その結果は第2表の如くであつた。

第1表 成分 (%)

備考	SUS304	SUS816	SUS821	SUS847	SUS810															
Nb	-	-	-	0.77	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ti	-	-	0.48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mo	-	2.14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Al	0.004	0.008	0.008	0.004	0.002	0.005	0.012	0.018	0.008	0.010	0.008	0.012	0.008	0.010	0.018	0.008	0.016	0.007	0.008	0.008
N	0.0245	0.0302	0.0267	0.0258	0.0287	0.0164	0.0255	0.018	0.015	0.018	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015
N1	9.50	18.88	12.01	12.00	19.87	16.88	16.21	16.45	19.87	19.87	18.65	23.12	23.12	23.12	23.12	23.12	23.12	23.12	23.12	23.12
Cr	18.50	16.87	17.70	17.86	24.97	24.81	24.68	25.05	24.09	24.09	22.99	23.80	23.80	23.80	23.80	23.80	23.80	23.80	23.80	23.80
S	0.006	0.006	0.006	0.007	0.008	0.007	0.006	0.006	0.007	0.007	0.009	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
P	0.026	0.025	0.022	0.021	0.021	0.006	0.004	0.004	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008
Mn	1.50	1.66	1.56	1.72	1.76	1.85	1.18	1.20	1.85	1.85	1.86	1.19	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80
Si	0.55	0.56	0.56	0.55	0.54	0.48	0.47	0.40	0.48	0.48	0.47	0.43	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
C	1.06	2.06	8.07	4.06	6.10	6.049	7.082	8.080	9.16	10.054	11.043	12.070	13.050	14.050	15.050	16.050	17.050	18.050	19.050	20.050
従来鋼																				
本発明鋼																				
比較鋼																				
平均																				
標準偏差																				



第 1 表 - II (%)

	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	N	Al	Mg	Ti	Nb	V
14	0.056	0.44	1.20	0.004	0.005	24.77	16.35	0.1741	0.042	0.018	0.048	—	—
15	0.047	0.46	1.20	0.006	0.006	24.57	16.28	0.1649	0.036	0.016	0.18	—	—
16	0.075	0.50	1.35	0.006	0.006	25.12	16.50	0.1620	0.032	0.010	0.45	—	—
17	0.051	0.48	1.21	0.005	0.005	24.74	16.29	0.1775	0.018	0.007	—	0.10	—
18	0.051	0.44	1.23	0.005	0.004	24.79	16.58	0.1647	0.016	0.007	—	0.26	—
19	0.055	0.51	1.28	0.008	0.006	26.56	16.00	0.1570	0.026	0.014	—	0.75	—
20	0.051	0.46	1.15	0.004	0.006	24.52	16.11	0.1618	0.026	0.010	—	—	0.20
21	0.049	0.47	1.15	0.004	0.006	24.46	16.18	0.1603	0.040	0.019	—	—	0.47
22	0.049	0.52	1.30	0.005	0.005	25.24	17.00	0.1638	0.025	0.012	—	—	0.72
23	0.053	0.56	1.16	0.005	0.005	28.46	19.52	0.1240	0.076	0.004	0.032	0.07	—
24	0.048	0.46	1.05	0.006	0.005	23.50	19.70	0.1196	0.055	0.006	0.068	0.44	—
25	0.050	0.50	1.28	0.005	0.004	27.90	19.60	0.1210	0.010	0.006	0.40	0.10	0.12
26	0.040	0.52	1.18	0.006	0.004	25.05	16.75	0.1180	0.032	0.018	0.20	0.42	0.21
B	0.056	0.48	1.32	0.008	0.004	24.96	16.56	0.1685	0.002	0.004	—	0.24	—
C	0.051	0.49	1.28	0.005	0.005	24.87	16.70	0.1280	0.005	0.006	0.032	0.45	—
比較鋼													

第 1 表 - III (%)

	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	N	Al	Mg	B	Zr
27	0.054	0.40	1.32	0.009	0.006	25.52	16.86	0.1630	0.032	0.005	0.0032	—
28	0.048	0.34	1.28	0.008	0.006	25.32	16.24	0.1656	0.046	0.016	0.0080	—
29	0.049	0.48	1.27	0.008	0.006	25.36	16.76	0.1723	0.050	0.012	—	0.009
30	0.052	0.48	1.36	0.009	0.005	24.98	16.80	0.1695	0.032	0.008	—	0.035
31	0.038	0.53	1.32	0.007	0.007	24.68	16.48	0.1680	0.080	0.008	—	0.071
32	0.042	0.40	1.30	0.008	0.007	24.32	15.68	0.1590	0.092	0.017	—	0.120
33	0.046	0.46	1.18	0.008	0.007	25.05	15.46	0.1626	0.026	0.022	0.0032	0.048
34	0.054	0.46	1.20	0.006	0.004	25.24	15.87	0.1642	0.040	0.018	0.0062	0.071
35	0.076	0.58	1.20	0.007	0.004	29.46	20.65	0.1112	0.018	0.004	0.0050	—
36	0.032	0.50	1.11	0.007	0.006	23.40	19.84	0.1046	0.030	0.006	—	0.062
37	0.075	0.52	1.05	0.007	0.005	29.75	20.40	0.1020	0.022	0.006	0.0025	0.036
D	0.056	0.40	1.40	0.008	0.005	25.14	16.53	0.1655	0.006	0.0001	0.0040	—
比較鋼												

第 1 表 - IV (%)

	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	N	Al	Mg	Ti	Nb	V	B	Zr
38	0.063	0.38	1.56	0.003	0.005	25.84	17.85	0.1275	0.046	0.003	0.09	—	—	0.0036	0.035
39	0.069	0.42	1.75	0.007	0.006	24.86	17.62	0.1310	0.026	0.007	0.38	—	—	0.0028	0.042
40	0.068	0.39	1.60	0.007	0.006	24.76	17.46	0.1298	0.038	0.007	—	0.12	—	0.0038	0.040
41	0.062	0.42	1.52	0.009	0.004	25.62	18.86	0.1266	0.032	0.012	—	0.52	—	0.0046	0.025
42	0.062	0.46	1.52	0.007	0.006	25.46	17.84	0.1190	0.026	0.013	—	—	0.35	0.0026	0.032
43	0.066	0.36	1.37	0.008	0.007	25.76	18.53	0.1305	0.035	0.016	0.04	0.14	—	0.0053	0.046
44	0.072	0.45	1.62	0.006	0.004	24.68	17.50	0.1246	0.015	0.005	0.14	0.23	0.05	0.0036	0.015
45	0.062	0.49	1.56	0.009	0.008	24.86	17.86	0.1186	0.023	0.008	0.05	0.18	—	0.0062	—
46	0.068	0.53	1.47	0.007	0.007	25.10	17.12	0.1360	0.054	0.012	0.16	0.34	—	—	0.124
47	0.058	0.41	1.28	0.008	0.004	24.96	20.8	0.1782	0.036	0.010	—	0.42	—	0.0033	—
48	0.064	0.38	1.24	0.008	0.006	25.24	20.87	0.1806	0.038	0.023	—	0.36	—	0.0034	—
E	0.067	0.44	1.46	0.009	0.007	24.67	18.16	0.1230	0.004	0.006	0.04	0.20	—	0.0028	—
F	0.055	0.40	1.30	0.008	0.005	25.10	20.80	0.1803	0.006	0.0001	—	0.33	—	0.0043	—
比較鋼															

第 2 表 - I

従来鋼	破断強度(%)	備考
1	7.8	SUS804
2	9.2	SUS316
3	9.0	SUS321
4	9.0	SUS347
5	7.0	SUS310
6	10.0	
7	11.8	
8	9.9	
9	10.6	
10	11.6	
11	11.6	
12	11.2	
13	11.0	
比較鋼	A	9.6

第 2 表 - II

		破断强度(%)
本 発 明 鋼	14	10.5
	15	11.4
	16	11.6
	17	10.4
	18	11.8
	19	11.4
	20	9.6
	21	10.4
	22	10.6
	23	11.0
	24	12.0
	25	11.6
比較鋼	26	10.0
	B	9.0
	C	9.0

第 2 表 - III

		破断強度 (%)
本 発 明 鋼	27	11.5
	28	12.0
	29	11.0
	30	11.6
	31	12.2
	32	12.4
	33	13.0
	34	13.4
	35	10.8
	36	10.6
37	12.2	
比較鋼	D	9.5

第 2 表 - IV

		破断强度(%)
本 発 明 鋼	88	12.6
	89	13.0
	40	12.8
	41	13.8
	42	12.8
	48	13.0
	44	13.7
	45	12.0
	46	12.6
	47	14.0
比 較 鋼	48	14.2
	E	10.0
	F	12.2

18-8系の材料、(1)~(4)では、SUS816鋼が破断強度：9.2%と最も良好な値を示し、SUS804鋼のそれは7.8%で最低であるが、高CrのSUS810鋼は上記最低の値より更に低い7.0%の破断強度しかないのが分る。しかるに、本発明鋼(6)~(48)の破断強度は全て、上記SUS816鋼より高い値を示している。なかでも特にTi、Nb、Vの1種または2種以上を含むとともに、B、Zrの1種または2種を含有する本発明鋼(88)~(48)（第2表-V）は、比較例の中で最も高強度のSUS816鋼に比較しても40%前後の改善が認められ、既存の高クロム鋼であるところのSUS810鋼と比べれば、それが90%にも達しているのが明らかである。

一方、時効後の韌性については第8表に示すように本発明鋼ではNを含有しているため18-8系の従来鋼と比較するとやや低目となつてゐるのが大部分であるが、 $\sigma$ 相等の脆化相析出は認められず実用上全く問題ない韌性を有している。

ところで本発明の特徴の一つであるAl、Mg添

加による強度、延性、韌性改善の効果を明らかにするために、700℃、14%応力下でのクリープ破断試験結果および700℃での1000h時効後のシャルピー衝撃試験結果を第1図および第2図に比較鋼のデータとあわせて示した。クリープ破断特性については第1図から明らかなように、いずれの成分系においても、AlおよびMg添加により破断寿命および破断延性が改善されており、特に破断延性が大巾に改善されている。また時効後の韌性については第2図からわかるように比較鋼のA、B、C、D、E、F鋼に対してAl $\geq$ 0.01%、Mg $\geq$ 0.001%を含有する本発明鋼では衝撃値が上昇している。

第8表-I

	衝撃値(kg-m/cm <sup>2</sup> )	備考
従来鋼	1 14.0	SUS804
	2 10.0	SUS816
	3 12.0	SUS821
	4 9.5	SUS847
	5 6.5	SUS810
本発明鋼	6 7.0	
	7 5.8	
	8 10.0	
	9 8.0	
	10 6.8	
	11 5.5	
	12 4.0	
	13 8.5	
比較鋼	A 4.0	

第8表-II

	衝撃値(kg-m/cm <sup>2</sup> )
本発明鋼	14 7.6
	15 8.0
	16 8.8
	17 6.0
	18 5.5
	19 5.0
	20 5.0
	21 4.8
	22 4.7
	23 10.8
	24 11.0
	25 9.8
	26 8.6
	27 8.5
比較鋼	C 8.0

第8表-III

	衝撃値(kg-m/cm <sup>2</sup> )
本発明鋼	27 8.0
	28 7.6
	29 7.8
	30 7.8
	31 8.2
	32 8.0
	33 6.8
	34 6.0
	35 11.5
	36 10.8
	37 11.0
比較鋼	D 4.8

第8表-IV

	衝撃値(kg-m/cm <sup>2</sup> )
本発明鋼	38 9.8
	39 10.8
	40 9.4
	41 11.0
	42 10.0
	43 10.8
	44 10.8
	45 11.4
	46 9.4
	47 7.2
	48 8.0
比較鋼	E 8.4
	F 4.0

以上の通り、本発明鋼は、既存の高Cr鋼はもとより、18-8系材料に較べこれらを遙かに凌ぐ高温強度を備えており延性および韌性も良好で、しかも高Crであるから耐食性の点でも18-8系材料を大巾に上回るものであり、ボイラや化学プラント機器等、高温機器に適用して耐久性向上に大きな効を奏するものである。

#### 4. 図面の簡単な説明

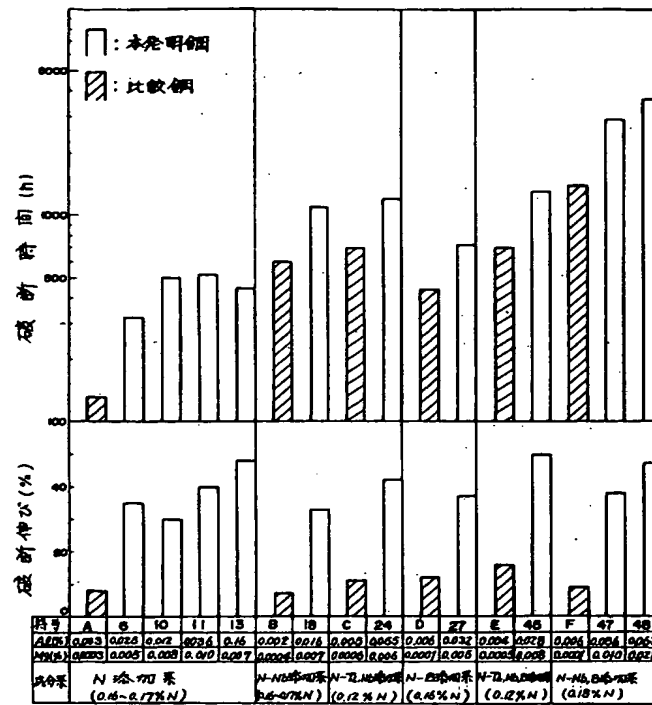
第1図は本発明鋼と比較鋼についてクリープ破断試験（700℃、 $\sigma=14.0\%$ ）の結果を示すグラフ、第2図は本発明鋼と比較鋼について700℃×1000時間時効材のシャルピー衝撃試験の結果を示すグラフである。

出願人 住友金属工業株式会社

代理人 弁理士 生形元重



第 1 圖



第 2 圖

